

Universidad Nacional de la Plata

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales



TRABAJO FINAL DE CARRERA

Impacto de la aplicación de fungicidas foliares en la supervivencia de macollos y la severidad causada por enfermedades foliares en trigo

Alumnos:

- Batlle, Bernardo

Legajo: 27959/5

E-mail: battlebernardo@gmail.com

- Di Croce, Bruno Gastón

Legajo: 28071/5

E-mail: brunodicroce20@gmail.com

Directora: Dra. María Rosa Simón, Profesora Titular Ordinaria de Cerealicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP.

Co-Directora: Eugenia Esquisabel, Docente adscripto Cerealicultura, becaria doctoral CONICET.

1. Resumen

Las enfermedades foliares del trigo, cuando afectan tempranamente, podrían impactar en la generación de macollos o en la supervivencia de los mismos. En este trabajo se evaluó el impacto de la aplicación de fungicidas foliares sobre la severidad causada por las enfermedades foliares y la generación y supervivencia de macollos en una colección de 116 genotipos de trigo. El objetivo general es contribuir al mejoramiento genético de esta especie, a través de la evaluación de la resistencia a enfermedades foliares y características del macollaje en los distintos genotipos. El material vegetal utilizado es proveniente de una población de dobles haploides del cruzamiento Synthetic W 7984 × Opata, obtenidos del banco de germoplasma del German Federal *ex situ* Genebank situado en Gatersleben, Germany y testigos comerciales utilizados en Argentina. El ensayo se condujo en la Estación Experimental Julio Hirschhorn de Los Hornos, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de La Plata. Se utilizó un diseño de parcelas subdivididas con dos repeticiones, la parcela principal fueron los tratamientos de fungicida (con y sin fungicida) y las subparcelas cada uno de los genotipos. Se realizaron evaluaciones de severidad de las enfermedades presentes más importantes en inicios de encañazón, floración y grano pastoso y se contaron los macollos en encañazón y grano pastoso. En función de los resultados obtenidos, se comprueba la existencia de variabilidad genotípica para la resistencia a enfermedades foliares, como así también para el número y supervivencia de macollos. Con respecto al tratamiento con fungicida, se obtuvieron diferencias significativas para los valores de severidad en el estadio de encañazón y manifestó la misma tendencia en los otros estadios y área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE), obteniendo valores cercanos a la significancia estadística. Se manifestaron diferencias en cuanto a la respuesta de los diferentes patógenos al tratamiento con fungicida, presentando las royas una mayor respuesta al control químico que las manchas.

2. Introducción

El trigo es un cereal originario del oeste de Asia que se cultiva desde hace más de 6000 años. Actualmente constituye el cultivo más difundido en el mundo abarcando una superficie cosechada de 219 millones de ha por año (Divito & García, 2017).

En nuestro país, la superficie sembrada ha tenido altibajos en los últimos años, aunque en los últimos hubo un incremento notorio. El récord de superficie sembrada se alcanzó en 1928, con un total de 9.000.000 millones de has y una producción de 9,5 millones de toneladas. Durante la campaña 2019/20 se lograron implantar 6,6 millones de has de trigo en Argentina, un 6,5% por encima de la superficie de la campaña anterior, consolidando una tendencia de crecimiento que se inició en el ciclo 2016/17, y permitió que el cultivo se expanda a lo largo del territorio nacional. El volumen finalmente recolectado se ubicó en las 18,8 millones toneladas, marcando una disminución de 1,1 % en comparación a la campaña 2018/19. Este volumen surge de registrar un rendimiento a cosecha promedio de 29,2 qq/ha a nivel nacional, un 5,2 % menor al ciclo previo (Bolsa de Cereales, 2020).

Los aumentos proyectados de la población en el mundo, la mala situación nutricional en algunas regiones, la escasa posibilidad de aumentos en la superficie sembrada, así como el menester de evitar procesos de deforestación, determinan la necesidad de incrementar la productividad con el objetivo puesto en lograr aumentos en los rendimientos. El crecimiento de la producción de trigo deberá originarse casi exclusivamente de las ganancias de rendimiento. Se espera que alrededor del 80% del crecimiento proyectado de la producción del trigo en los países en desarrollo provendrá del aumento de rendimiento para el 2050, el cual se estima deberá ser de al menos 3,8 t/ha. La producción crece de manera sostenida en cada año en base a mayores rendimientos ya que se observa una reducción de la superficie desde el año 1982 (FAO, 2017).

El rendimiento en trigo queda establecido, *a priori* una vez finalizado el ciclo del cultivo, momento en el cual es factible de ser cuantificable. “*Rendimiento es la tasa de producción de un cultivo por unidad de superficie y tiempo*” (Cubillos, 2003). Su generación ocurre a lo largo de toda la ontogenia por el aporte de un conjunto de componentes, cada uno de los cuales, se van generando en distintos momentos del desarrollo del cultivo. Entre estos componentes, por un lado, los hay de orden fisiológico, cuando el enfoque está puesto principalmente en la generación de biomasa y todos aquellos factores implicados en su formación. Es decir que puede expresarse a través de la cantidad de biomasa desarrollada y la proporción de ésta que es particionada hacia los órganos reproductivos. A esta relación se la conoce como índice de cosecha (IC) (Serrago *et al.*, 2009). A su vez, la producción de biomasa está determinada por la cantidad de radiación incidente durante el periodo de crecimiento (Rinc), la eficiencia en la intercepción de radiación (% RI), la cual es función del índice de área foliar (IAF) y de la arquitectura del canopeo (determinada por el coeficiente k

de extinción) (Miralles & Slafer, 1997), y la eficiencia de uso de la radiación (EUR) (Evans, 1978; Gardner, 1985).

Durante la ontogenia del trigo, el segundo subperiodo es el macollaje. Este es un aspecto típico de las gramíneas que consiste en la emisión de nuevos tallos, a partir de yemas ubicadas en nudos basales cuyos entrenudos no desarrollan. Los 6-8 nudos basales están provistos de yemas que se ubican en forma alterna. Cada una de ellas puede generar un macollo primario, por lo tanto, la planta de trigo está capacitada para producir hasta 9 tallos primarios incluyendo el tallo principal. La emergencia del primer macollo ocurre de la axila de la primera hoja y coincide, aproximadamente, con la aparición de la cuarta hoja de la planta. Los macollos primarios y secundarios subsiguientes emergen a intervalos regulares de un filocrono (cada vez que aparece una hoja nueva). Los macollos primarios pueden producir, luego de la expansión de su cuarta hoja, macollos secundarios, éstos terciarios y así sucesivamente, lo que brinda un altísimo potencial de macollaje a las plantas (Divito & García, 2017). El número de macollos por unidad de superficie es una característica genotípica que determina el número de espigas del cultivo. Existen cultivares con diferente capacidad potencial de macollar (Miralles *et al.*, 2014). Además, el número de macollos producidos está regulado por la proximidad entre las plantas (que depende de la densidad y distribución de siembra) y por la disponibilidad de recursos (radiación, agua, nutrientes, etc.). De este modo, en la medida que la densidad de siembra aumenta y/o disminuyen los recursos por planta, el macollaje se reduce (Divito & García, 2017). El inicio de crecimiento del tallo (encañazón) desencadena el comienzo de mortandad de macollos que finaliza cuando se alcanza la espigazón. La mortandad de macollos es inversa al orden de aparición. Por ello, los macollos que sobreviven son aquellos que aparecieron primero. La mortandad de macollos está asociada a procesos de competencia por fotoasimilados entre y dentro de las plantas, y ocurre aún en condiciones potenciales de crecimiento (Miralles *et al.*, 2014). Los macollos constituyen uno de los componentes numéricos más relevantes del rendimiento, ya que de ellos depende el número de espigas/m². Además, en este subperiodo se define el número de espiguillas por espiga (a nivel apical) (Miralles *et al.*, 2014).

Las enfermedades foliares en trigo causadas por patógenos fúngicos podrían interferir en la generación o supervivencia de los macollos (Schierenbeck *et al.*, 2014). Tienen un impacto negativo que se expresa en forma directa como un efecto sobre el rendimiento y los componentes numéricos que lo conforman según el estadio en que se presentan (Peso de mil granos, Número de espigas/m², Número de granos/espiga). Esto se debe a los cambios que los patógenos producen en los sistemas responsables

de la producción y distribución de asimilados dentro de la planta, como disminuciones en el índice de área foliar verde, en la intercepción de radiación acumulada, y consecuentemente, en la acumulación de materia seca y su partición (Waggoner & Berger, 1987).

La intensidad de estas enfermedades se miden en base a dos parámetros: la incidencia y la severidad. La primera se define como el porcentaje o proporción de individuos o de hojas enfermas en relación al total, con este se evalúa la presencia o ausencia de enfermedad. La severidad, en cambio, es el porcentaje de la superficie del órgano enfermo, ya sea de hojas, tallos, raíces o frutos afectados por la enfermedad. El ejemplo típico de esta forma de estimar la enfermedad es el que se utiliza para evaluar manchas foliares. La severidad es un parámetro que refleja con precisión la relación de la enfermedad con el daño que le provoca al cultivo. Su evaluación es más compleja que la determinación de la incidencia, porque puede ser subjetiva y por lo tanto requiere de un entrenamiento previo por parte del evaluador (Ivancovich *et al.*, 1998).

Entre las moléculas que se presentan en el mercado para el control de enfermedades foliares, se encuentran los triazoles, estrobilurinas, carboxamidas y la combinación de éstas. Los triazoles presentan efectividad sobre patógenos foliares, de características sistémicas y curativas actúan inhibiendo la síntesis del ergosterol. Las estrobilurinas al igual que las carboxamidas actúan como inhibidores de la respiración con distintas vías de acción (Arregui y Puricelli, 2018). En la triple mezcla conformada por un triazol, una estrobilurina y una carboxamida se combinan los efectos preventivos de las dos últimas con el efecto curativo de los triazoles. También se reduce el riesgo de resistencia de los hongos a las estrobilurinas y carboxamidas, ya que las royas han presentado resistencia a triazoles y las manchas a algunos triazoles y estrobilurinas (Burs & Dubor, 2016).

La variabilidad entre genotipos de trigo en resistencia a enfermedades foliares, generación y supervivencia de macollos, como así también la identificación del efecto de dichas enfermedades sobre atributos ecofisiológicos del cultivo como la supervivencia de macollos en diversos genotipos es de utilidad en planes de mejoramiento.

En base a lo mencionado las hipótesis de este trabajo son:

3. Hipótesis

- Existe variabilidad genotípica para severidad de enfermedades foliares en un amplio set de genotipos de trigo.
- Existe variabilidad genotípica para el número de macollos generados y la supervivencia de los mismos en un amplio set de genotipos de trigo.
- La aplicación de fungicidas disminuye la severidad de las enfermedades foliares incrementando la generación y supervivencia de los macollos que determinan el número de espigas.m⁻² del cultivo.

4. Objetivo general y objetivos particulares

a) Objetivo general

- Contribuir al mejoramiento de trigo a través de la evaluación de la resistencia a enfermedades foliares, generación y supervivencia de macollos en un set internacional de genotipos de trigo y la evaluación de la incidencia de las enfermedades foliares en características del macollaje.

b) Objetivos particulares

- Evaluar variabilidad genotípica en el número y supervivencia de macollos y la severidad causada por enfermedades foliares en un amplio set de genotipos de trigo.
- Evaluar el efecto del control de las enfermedades foliares con fungicidas compuestos por triazoles y carboxamidas sobre la severidad de las enfermedades foliares y la supervivencia de macollos.

5. Métodos y técnicas empleados

5.1. Material vegetal

El material vegetal utilizado fueron 116 genotipos de trigo, 110 de ellos fueron líneas provenientes de una población de doble haploides recientemente ampliada del cruzamiento de Synthetic W 7984 × Opata más los progenitores y 4 testigos. La población fue obtenida del banco de germoplasma del German Federal *ex situ* Genebank situado en Gatersleben, Germany y ha sido previamente mapeada. Los progenitores presentan diferencias en resistencia a enfermedades y macollaje. Además, se utilizaron 4 testigos comerciales cultivados en Argentina, MS Bonaerense INTA 215 (de ciclo largo), Don Mario Algarrobo (ciclo intermedio), Klein Liebre (ciclo intermedio a corto), Klein Rayo (ciclo corto). Se utilizó este set ya que se continuará con la localización molecular de los caracteres, los testigos difieren en ciclo, ya que la población segrega para esta característica.

5.2. Diseño del experimento

El ensayo se condujo en la Estación Experimental Julio Hirschhorn de Los Hornos, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de La Plata. Se utilizó un diseño de parcelas subdivididas con dos repeticiones, la parcela principal fueron los tratamientos de fungicida (sin, SF y con fungicida, CF) y las subparcelas cada uno de los genotipos.

La preparación de la cama de siembra consistió en un esquema de labranza convencional con utilización de disco, rastra y rolo, así como de un barbecho químico, el cual estuvo constituido por una aplicación en pre-siembra de glifosato y una en post-emergencia temprana donde se aplicó Metsulfuron-metil 60% + Dicamba 48%. Misil. - Dosis 5 gr + 100 cc/ha.

Para la preparación de los materiales a sembrar, se dispusieron las semillas de los distintos genotipos, cada 2 cm, sobre cintas de papel por separado determinando una densidad de 250 pl/m² (la cantidad total varió de acuerdo a la disponibilidad de semillas de cada genotipo). Luego se cubrieron con papel absorbente y se rotularon con el objetivo de identificar cada genotipo. Este material se colocó en una película de agua para iniciar la germinación y se llevó a una heladera para cumplir con los requerimientos de vernalización. Después de satisfacer estos requerimientos se llevó a cabo la siembra el 6 de agosto de 2019, dada la imposibilidad de hacerlo antes por excesos hídricos, que consistió en colocar las cintas con las semillas de trigo sobre surcos en el campo. Se realizó una aplicación de fungicida con la triple mezcla de 25

gr Propiconazole +4 gr Benzovindiflupir + 20 gr Pydiflumetofen (Miravis, Syngenta) en los estadios EC 13, EC 37 y EC 70 (Zadoks,1974).

Se realizaron evaluaciones de severidad de las enfermedades presentes más importantes en inicios de encañazón (EC31), floración (EC60) y grano pastoso (EC80) en 7-10 plantas de cada parcela. Se calculó el área bajo la curva de progreso de las enfermedades (ABCPE), determinándose las enfermedades predominantes por apreciación visual. También se contaron los macollos en tres sectores de 0,50 m de cada parcela en EC31 y EC 80.

Las diferencias en las variables entre los genotipos, en los tratamientos con y sin fungicida se analizaron mediante análisis de varianza y las medias se compararon mediante LSD (P=0.05).

6. Resultados

En la Figura 1 se observa un resumen de las condiciones meteorológicas desarrolladas durante el ciclo del cultivo, detallándose las precipitaciones mensuales, la temperatura media mensual y la humedad relativa mensual de los meses de julio a diciembre.

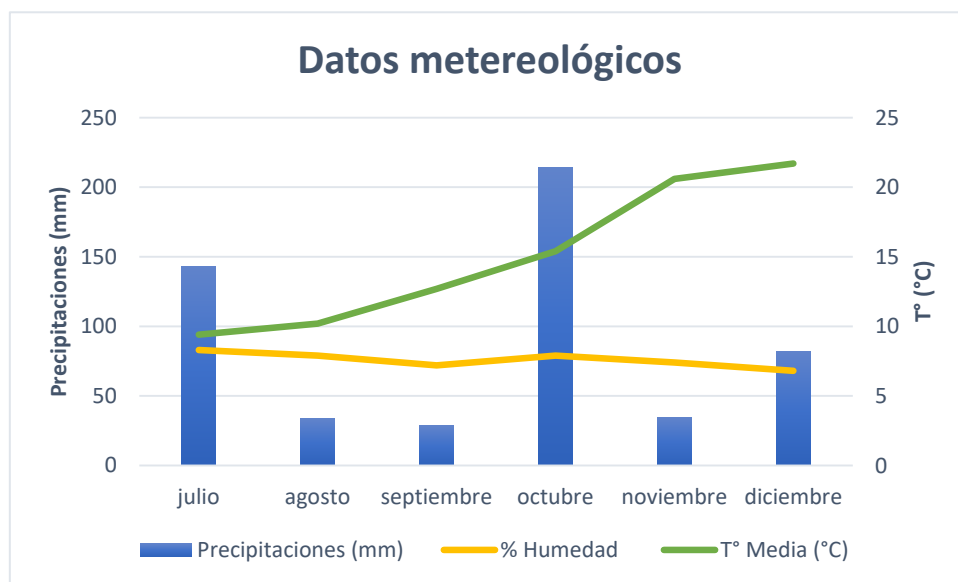


Figura 1. Precipitaciones mensuales, temperatura media mensual y humedad relativa mensual durante el ciclo del cultivo en un ensayo con dos tratamientos con y sin aplicación de fungicida y 116 genotipos de trigo.

En los meses de agosto y septiembre se registraron valores de precipitaciones por debajo de su respectiva media normal. En agosto se registró una precipitación mensual de 33,8 mm, siendo su media mensual de 61,8 para la localidad, mientras que en el mes de septiembre la diferencia fue aún mayor, se registraron 28,8 mm cuando su media normal es de 69,8 mm. Por otro lado, la humedad relativa registró valores promedios de 79 % para agosto y 72 % para septiembre y las temperaturas medias mensuales fueron de 10,2°C y 12,7°C para cada mes, respectivamente. Para el mes de octubre se registró una precipitación mensual de 214 mm, valor superior a la media normal de 96 mm. La humedad ambiente también aumentó, obteniendo una media de 79 % para este mes y la temperatura media mensual fue de 15,4 °C. En el mes de noviembre la precipitación mensual fue escasa (34,8 mm), la temperatura media registró un valor de 20,4 °C y la humedad media mensual tuvo un valor de 74 %.

Como se puede observar en la Tabla 1, hubo diferencias significativas entre los tratamientos de fungicidas para la severidad en macollaje, pero no así para floración y grano pastoso al nivel de $P \leq 0.05$, aunque los valores fueron muy cercanos a la significancia. Tampoco hubo diferencias significativas en la interacción genotipo \times tratamiento en macollaje, pero si en los últimos dos estadios mencionados. Por el contrario, si hubo diferencias significativas entre los distintos genotipos para la severidad en los tres estadios. En el ABCPE se obtuvieron diferencias significativas para genotipos y la interacción y al nivel de $P = 0.097$ para los tratamientos de fungicidas.

Tabla 1. Cuadrados medios, grados de libertad y valor p (ANOVA) de la severidad en EC31, EC60 y EC80 en un ensayo con dos tratamientos con y sin aplicación de fungicida y 116 genotipos de trigo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Severidad en EC31	Severidad en EC60	Severidad en EC80	ABCPE
Tratamiento de fungicida	1	0,36778 p=0,034	2,34075 p=0,223	11,44376 p=0,086	43256847 p=0,097
Error A	1	0,00105	0,31103	0,21243	1020940
Genotipo	115	0,02730 p=<,001	0,05220 p=<,001	0,09748 p=<,001	454845 p=<,001
Tratamiento de fungicida \times genotipo	115	0,00511 p=1,000	0,03355 p=0,039	0,06028 p=0,010	224499 p=<,001
Error B	218	0,01546	0,02524	0,04142	110867

En EC 31, la severidad arrojó una media de 6,88 para las parcelas que fueron tratadas con fungicida, y 9,75 para aquellas que no recibieron tratamiento. A su vez, la severidad varió desde 0,37% hasta 24,83%, dependiendo del genotipo. En la Tabla 2, se observan aquellos genotipos que tiene menor porcentaje de severidad (indicados en verde), por un lado, y por el otro los que presentan mayor porcentaje (indicados en rojo) según la comparación por test de LSD.

Tabla 2. Comparación de medias de severidad entre 116 genotipos de trigo en EC 31.

Genotipo	Severidad	Grado
132	0,37	A
DM Algarrobo	0,96	AB
148	1,33	AB
92	1,6	AB
215	1,62	AB
175	1,64	AB
K. Liebre	2	AB
108	2,18	AB
31	2,36	AB
160	2,66	AB
159	3,11	AB
73	3,43	AB
2	3,45	AB
78	3,46	AB
156	3,64	AB
193	3,7	AB
188	4,01	AB
138	4,12	AB
101	4,18	AB
183	4,4	AB
42	4,63	AB
110	4,92	AB
80	4,94	AB
199	4,99	AB
95	5,15	AB
112	5,26	AB
133	5,35	AB

Genotipo	Severidad	Grado
23	24,83	a
13	18,47	ab
206	17,06	ab
Opata	16,53	ab
161	16,18	ab
88	15,74	ab
104	15,73	ab
56	15,57	ab
151	15,08	b
97	14,31	
203	14,15	
200	14,09	
9	13,19	
15	13,17	
71	13,02	
22	12,89	
64	12,6	
10	12,25	
67	12	
18	11,79	
53	11,65	
30	11,36	
105	11,34	
196	11,31	

Aquellos genotipos con medias seguidas por letras mayúsculas iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas desde el de menor valor de severidad.

Aquellos genotipos seguidos por letras minúsculas iguales no presentan diferencias significativas desde el de mayor valor de severidad. Valor LSD= 9.287

En floración (EC 60) la severidad varió en función del genotipo y de la interacción genotipo × tratamiento. Los valores medios de severidad obtenidos en este estadio oscilaron entre el 10,58% y el 50,64%. En la Tabla 3, se presentan por un lado los genotipos que arrojaron menores valores de severidad (en verde), y por el otro los que registraron mayores valores (en rojo), según la comparación por test LSD.

Tabla 3. Comparación de medias de severidad entre 116 genotipos de trigo en EC 60.

Genotipo	Severidad	Grado
31	10,58	A
87	10,75	AB
113	11,46	AB
35	11,86	AB
50	12,38	AB
86	13,26	AB
147	13,81	AB
116	14	AB
18	14,18	AB
96	14,42	AB
171	14,89	AB
142	14,96	AB
52	15,1	AB
95	15,18	AB
148	15,59	AB
DM Algarrobo	17,1	AB
159	17,14	AB
133	17,35	AB
183	17,82	AB
145	17,83	AB
77	17,94	AB
78	19,17	AB
83	19,49	AB

Genotipo	Severidad	Grado
73	50,64	a
64	48,68	ab
88	47,49	ab
22	45,56	ab
150	45,45	ab
89	44,59	ab
92	43,31	ab
13	42,61	ab
85	42,37	ab
109	42,36	ab
26	41,88	ab
23	41,35	ab
104	41,08	ab
74	39,37	ab
33	38,64	ab
124	37,87	ab
156	37,85	ab
15	37,76	ab
196	37,62	ab
K. Rayo	36,6	ab
82	36,28	ab
140	36,1	ab
172	35,75	ab
141	33,68	ab
55	33,63	ab
185	33,45	ab
97	33,44	ab
193	32,56	ab
149	32,34	ab
215	31,9	b
67	31,27	

Aquellos genotipos con medias seguidas por letras mayúsculas iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas desde el de menor valor de severidad.

Aquellos genotipos seguidos por letras minúsculas iguales no presentan diferencias significativas desde el de mayor valor de severidad. Valor LSD= 18.513.

En este mismo estadio, la severidad tuvo diferencias significativas en la interacción genotipo × tratamiento, algunos genotipos tuvieron una mayor disminución de la severidad en los tratamientos con fungicidas. En la Tabla 4, se representan estas diferencias comparadas mediante el valor de LSD correspondiente de interacción genotipo × tratamiento indicando (en verde) aquellos que presentaron mayores diferencias.

Tabla 4. Comparación de la interacción entre genotipos y tratamientos de fungicidas en 116 genotipos de trigo en EC 60.

Con fungicida		Sin fungicida		Con fungicida		Sin fungicida	
Genotipo	Severidad	Genotipo	Severidad	Genotipo	Severidad	Genotipo	Severidad
31	1,03	31	20,13	64	47,35	64	50
DM Algarrobo	2,63	DM Algarrobo	31,58	88	46,86	88	48,13
175	3,99	175	53,8	104	45,91	104	36,25
147	4,29	147	23,32	150	45,05	150	45,84
33	4,56	33	72,72	85	42,83	85	41,91
87	4,73	87	16,77	124	38,8	124	36,94
53	6,86	53	44,48	13	38,67	13	46,56
122	7,7	122	31,43	212	38,24	212	19,77
86	8,13	86	18,4	141	36,72	141	30,63
78	8,34	78	30	23	35,12	23	47,58
96	8,47	96	20,37	22	34,78	22	56,35
113	9,42	113	13,5	55	34,63	55	32,63
171	9,62	171	20,16	74	34,3	74	44,44
185	9,83	185	57,08	215	31,74	215	32,06
Opata	9,88	Opata	38,47	125	30,23	125	25,77
138	10,38	138	33,16	30	29,78	30	28,42
18	10,55	18	17,8	97	29,64	97	37,24
77	10,88	77	25	56	28,98	56	32,31
14	10,97	14	47,93	126	28,7	126	26,5
50	11,45	50	13,31	213	28,57	213	26,73
165	11,91	165	34,72	136	28,44	136	32,14
52	12,11	52	18,1	182	28,12	182	24,92
163	12,75	163	29,6	193	28,08	193	37,05
35	12,88	35	10,84	82	28,08	82	44,49
116	13,11	116	14,88	140	27,87	140	44,33
142	13,25	142	16,67	61	27,25	61	22,73

Las diferencias fueron comparadas mediante el valor de LSD de 27,338 correspondiente a la interacción entre tratamiento y genotipo.

En EC 80, como se mencionó anteriormente, la variación de los valores de severidad registrados se debió a los genotipos y a la interacción genotipo × tratamiento. En grano pastoso los valores de severidad medios obtenidos variaron desde 32,86% hasta 97,73%. En la Tabla 5, se observan por un lado los genotipos que presentaron menor porcentaje de severidad (en verde), y por el otro, los que presentaron mayores porcentajes (en rojo), según la comparación por LSD.

Tabla 5. Comparación de medias de severidad entre 116 genotipos de trigo en EC 80.

Genotipo	Severidad	Grado
60	32,86	A
10	34,4	AB
113	35,27	AB
206	38,59	AB
161	40,53	AB
50	41,64	AB
164	42,41	AB
71	42,7	AB
167	43,03	AB
173	43,1	AB
K. Liebre	43,64	AB
56	43,83	AB
182	44,25	AB
179	44,54	AB
77	45,53	AB
183	46,2	AB
203	46,45	AB
20	47,43	AB
213	47,47	AB
133	48,32	AB
86	48,59	AB
110	49,19	AB
212	49,4	AB

Genotipo	Severidad	Grado
13	97,73	a
165	86,46	ab
160	85,46	ab
78	82,35	ab
55	80,17	ab
83	79,32	ab
104	78,39	ab
2	77,65	ab
53	77,56	ab
188	77,34	ab
156	77,1	ab
35	75,55	ab
92	75,45	ab
117	75,3	b
171	75,28	
124	74,93	
85	74,1	
141	73,31	
109	73,2	
89	73,13	
15	73,12	
200	72,88	
Synt	71,75	
73	71,23	
B. INTA 215	71,09	
140	71,01	
30	70,29	
23	69,95	

Aquellos genotipos con medias seguidas por letras mayúsculas iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas desde el de menor valor de severidad. Aquellos genotipos seguidos por letras minúsculas iguales no presentan diferencias significativas desde el de mayor valor de severidad. Valor LSD= 22.265.

En la Tabla 6, se presentan las diferencias en la interacción entre tratamiento y genotipo para el mismo estadio, comparadas según el valor de LSD de la interacción. Se observa que algunos genotipos tuvieron una mayor disminución de la severidad en los tratamientos con fungicidas (indicados en verde).

Tabla 6. Comparación de la interacción entre genotipos y tratamientos de fungicidas en 116 genotipos de trigo en EC 80.

Con fungicida		Sin fungicida	
Genotipo	Severidad	Genotipo	Severidad
20	6,95	20	87,92
60	12,95	60	52,77
183	14,99	183	77,41
113	15,71	113	54,84
50	15,73	50	67,54
71	19,04	71	66,36
147	20,87	147	92,99
196	21,25	196	100
161	22,12	161	58,94
212	23,19	212	75,62
61	23,31	61	76,19
77	23,47	77	67,58
206	25,87	206	51,31
203	27	203	65,89
80	27,66	80	90
145	29,23	145	72,29
148	29,77	148	85,65
10	29,8	10	39
151	31,62	151	78,25
199	31,82	199	87,44
33	32,52	33	100
164	34,02	164	50,81
173	34,46	173	51,75
179	34,5	179	54,58
213	34,5	213	60,44
9	34,5	9	74,83
142	34,61	142	78,92
96	35,48	96	94,93
133	35,69	133	60,94
163	36,46	163	72,33
87	36,79	87	71,44
105	37,12	105	78,04
K. Liebre	37,51	K. Liebre	49,76

Con fungicida		Sin fungicida	
Genotipo	Severidad	Genotipo	Severidad
13	100	13	95,47
171	79,84	171	70,71
165	78,08	165	94,83
55	76,42	55	83,93
117	74,18	117	76,42
35	74,14	35	76,96
104	73,79	104	83
83	73,14	83	85,5
B. INTA 215	72,95	B. INTA 215	69,23
160	71,7	160	99,22
2	70,86	2	84,44
85	70,52	85	77,67
30	69,31	30	71,28
156	69,29	156	84,9
Synt	68,5	Synt	75
159	65,49	159	65,56
188	65,08	188	89,6
124	64,7	124	85,17
78	64,7	78	100
23	63,54	23	76,37
122	63,26	122	67,04
109	62,59	109	83,8
26	62,5	26	74,06
150	61,83	150	73,47
92	61,54	92	89,37
132	61,51	132	59,02
154	61,18	154	78,47
22	61,07	22	71
53	60,62	53	94,5
84	60,1	84	75,93
88	59,96	88	70,42
112	59,93	112	75,67
14	59,07	14	71,21

Las diferencias fueron comparadas mediante el valor de LSD de 32,407 correspondiente a la interacción entre tratamiento y genotipo.

En el ABCPE, para el caso de las diferencias entre tratamientos de fungicidas, se obtuvo una media de 1163 con fungicida y una de 1790 para el tratamiento sin fungicida. En el caso de la interacción genotipo × tratamiento, como se observa en la Tabla 7, para las parcelas con fungicida los valores de ABCPE fluctuaron entre 394 correspondiéndose este valor al genotipo 147 y 2542 para el genotipo 13. Para las parcelas sin aplicación de fungicida, el genotipo 89 presentó el valor más alto de ABCPE, siendo de 2894. El genotipo 159 presentó el valor más bajo, siendo éste de 1093. Se señala para ambos tratamientos con color verde aquellos genotipos de menor valor de ABCPE y con color rojo aquellos genotipos que mayor valor de ABCPE presentaron.

Tabla 7. Comparaciones de área bajo la curva para los distintos genotipos con y sin tratamiento de fungicida.

Con fungicida						Sin fungicida					
Genotipo	ABCPE	Grado	Genotipo	ABCPE	Grado	Genotipo	ABCPE	Grado	Genotipo	ABCPE	Grado
147	394	A	13	2524	a	159	1093	A	89	2894	a
DM Algarrobo	470	AB	23	2390	ab	K. Liebre	1098	AB	196	2857	ab
175	508	AB	104	2311	ab	42	1106	AB	33	2785	ab
183	514	AB	64	2007	ab	182	1130	AB	73	2751	ab
33	546	AB	150	1870	ab	133	1168	AB	23	2686	ab
31	574	AB	85	1812	b	101	1209	AB	109	2681	ab
148	626	AB	88	1805		113	1209	AB	13	2619	ab
20	659	AB	22	1758		132	1226	AB	15	2588	ab
50	679	AB	124	1757		148	1233	AB	Opata	2570	ab
96	711	AB	55	1754		31	1241	AB	26	2528	ab
K. Liebre	723	AB	30	1734		110	1269	AB	88	2503	ab
86	743	AB	141	1730		173	1288	AB	22	2454	ab
185	787	AB	97	1585		50	1292	AB	185	2429	ab
113	788	AB	56	1555		95	1309	AB	53	2338	ab
196	790	AB	200	1496		86	1326	AB	151	2317	ab
60	797	AB	136	1487		179	1330	AB	140	2277	ab
78	802	AB	15	1454		35	1332	AB	64	2271	ab
87	804	AB	126	1442		116	1364	AB	92	2271	ab
145	805	AB	83	1415		213	1373	AB	200	2233	ab
80	836	AB	140	1401		167	1374	AB	97	2197	b
163	841	AB	212	1397		87	1375	AB	104	2178	
77	850	AB	125	1392		125	1393	AB	74	2150	
138	864	AB	203	1380		108	1394	AB	154	2128	
52	865	AB	67	1366		181	1394	AB	156	2113	
108	898	AB	167	1348		171	1396	AB	82	2112	
110	905	AB	179	1336		DM. Algarrobo	1400	AB	K. Rayo	2096	
18	908	AB	82	1316		164	1414	AB	144	2085	
133	912	AB	74	1313		B. INTA 215	1462	AB	172	2062	
129	920	AB	117	1299		183	1469	AB	14	2037	

Aquellos genotipos con medias seguidas por letras mayúsculas iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas desde el de menor valor de ABCPE. Aquellos genotipos seguidos por letras minúsculas iguales no presentan diferencias significativas desde el de mayor valor de ABCPE. Valor LSD = 684.8.

Como se puede observar en la Tabla 8, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de fungicidas para el número de macollos en macollaje, grano pastoso, ni para la supervivencia de los mismos, aunque de acuerdo a los valores de LSD hubo una mayor incidencia de las enfermedades presentes en EC 31 que en la supervivencia. Tampoco hubo diferencias significativas en la interacción genotipo × tratamiento en los dos estadios mencionados y en la supervivencia. Por el contrario, si hubo diferencias significativas entre los distintos genotipos para el número de macollos en ambos estadios y su supervivencia.

Tabla 8. Cuadrados medios, grados de libertad y valor p (ANOVA) del número de macollos en EC31 y EC80 y la supervivencia de macollos en un ensayo con dos tratamientos con y sin aplicación de fungicida y 116 genotipos de trigo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Nro macollos en EC31	Nro macollos en EC80	Supervivencia de macollos
Tratamiento de fungicida	1	437196 p= 0,136	126713 p= 0,512	2839,4 p= 0,381
Error A	1	20465	136809	1318
Genotipo	115	54717 p= <0,001	34467 p= <0,001	670,3 p= <0,001
Tratamiento de fungicida × genotipo	115	17053 p= 0,245	15676 p= 0,168	264,2 p= 0,875
Error B	230	15306	13476	319,8

En EC 31, el número de macollos/ m² varió desde 252,9 hasta 955,4, dependiendo del genotipo. En la Tabla 9, se observan aquellos genotipos que mayor número de macollos (en verde), por un lado, y por el otro los que presentan menor número (en rojo) según la comparación por LSD.

Tabla 9. Comparación de medias de número de macollos/metro² en 116 genotipos de trigo en EC 31.

Genotipo	Macollos/M ²	Grado
DM Algarrobo	955,4	A
122	775,3	BC
K. Liebre	748,2	BCD
84	728	BCD
118	709,9	BCD
121	704,3	BCD
144	696,9	BCD
B.INTA 215	655,7	BCD
185	654,8	BCD
15	654	BCD
50	639,8	BCD
99	636	BCD
172	631,4	BCD
125	628,7	BCD
61	628,6	BCD
14	626,7	BCD
42	625,3	BCD
78	620,8	BCD
52	618,6	BCD
133	617,4	BCD
89	613,4	BCD
193	605,8	BCD
101	603	BCD

Genotipo	Macollos/M ²	Grado
126	252,9	a
13	297,1	ab
113	309,7	ab
200	327,6	ab
97	334,2	ab
22	338	ab
168	342,1	ab
206	345,1	ab
23	356,4	ab
83	363,9	ab
142	365,3	ab
148	366,7	ab
20	372,7	ab
196	373,5	ab
165	375,3	ab
205	381,3	ab
213	385,7	ab
105	389,5	ab
64	398,6	ab
109	403,3	ab
112	403,6	ab
140	408,1	ab
212	412,2	ab
30	416,1	ab
115	418,7	ab
116	427,6	b
154	429,5	
145	438,5	
90	439,2	

Aquellos genotipos con medias seguidas por letras mayúsculas iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas desde el de mayor valor de número de macollos. Aquellos genotipos seguidos por letras minúsculas iguales no presentan

diferencias significativas desde el de menor valor de número de macollos. Valor LSD= 172,37.

En las mediciones en grano pastoso (EC 80), el número de macollos/m², varió desde los 256 hasta los 778,9. En la Tabla 10, se pueden visualizar los genotipos que presentaron mayor número de macollos (en verde), por un lado, y por el otro, los que presentaron menor número (en rojo) según la comparación por LSD.

Tabla 10. Comparación de medias de número de macollos/m² en 116 genotipos de trigo en EC 80.

Genotipo	Macollos/M ²	Grado
K. Rayo	778,9	A
B. INTA 215	647,9	AB
122	647,6	AB
121	625,6	AB
DM Algarrobo	609,6	B
84	584,2	
144	572	
118	569,2	
129	547,8	
133	545,1	
18	529,6	
K. Liebre	529,2	
125	526,8	
99	522,5	
171	520,1	
167	513,3	
89	510,1	
52	505,4	
203	498	
77	488,1	
179	487,5	
141	484,6	
110	483,5	
80	482,4	
10	467,4	
145	466,7	

Genotipo	Macollos/M ²	Grado
55	256	a
215	258	ab
205	263	ab
114	264	ab
206	268,3	ab
168	268,7	ab
200	279,3	ab
90	284,3	ab
115	287,1	ab
40	291,7	ab
13	295	ab
126	298,3	ab
22	298,8	ab
113	301,1	ab
83	302,7	ab
104	304,2	ab
30	321,9	ab
108	325,3	ab
112	328,6	ab
Synt	332,1	ab
23	336,2	ab
95	336,2	ab

Aquellos genotipos con medias seguidas por letras mayúsculas iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas desde el de mayor valor de número de macollos. Aquellos genotipos seguidos por letras minúsculas iguales no presentan

diferencias significativas desde el de menor valor de número de macollos. Valor LSD= 161,74.

En lo que respecta a la supervivencia de macollos, como se mencionó anteriormente, presenta diferencias significativas entre los distintos genotipos. En la Tabla 11, se presentan los genotipos que arrojan los mayores valores (en verde), por un lado, y por el otro, los que presentan los menores valores de supervivencia de macollos (en rojo) según la comparación por LSD. Los valores indicados en amarillo tuvieron en EC 80 un valor más alto de macollos que en EC 31 que puede atribuirse a errores de muestreo, pero que se consideran entre los que presentaron mayor supervivencia

Tabla 11. Comparación de media de supervivencia de macollos en 116 genotipos de trigo.

Genotipo	Supervivencia	Grado
126	21,86	
203	11,08	
97	9,52	
145	7,74	
196	7	
142	5,99	
148	5,87	
173	4,65	
129	3,33	
77	-0,01	A
B. INTA 215	-0,13	AB
80	-0,14	AB
20	-0,62	AB
13	-0,73	AB
113	-1,82	AB
105	-2,78	AB
167	-3,05	AB
85	-4,22	AB
164	-4,38	AB
33	-4,44	AB
213	-4,48	AB
87	-4,52	AB
88	-5	AB
10	-5,3	AB
110	-5,5	AB

Genotipo	Supervivencia	Grado
55	-44,77	a
114	-42,8	ab
215	-42,09	ab
185	-38,89	ab
73	-38,1	ab
61	-37,71	ab
DM Algarrobo	-37,06	ab
193	-36,32	ab
90	-34,59	ab
26	-34,4	ab
40	-33,98	ab
78	-33,15	ab
15	-32,67	ab
101	-32,37	ab
115	-31,6	ab
199	-31,43	ab
172	-30,53	ab
50	-30,32	ab
74	-29,68	ab
14	-29,47	ab
K. Liebre	-28,88	ab
104	-27,61	ab
86	-27,51	ab

Aquellos genotipos con medias seguidas por letras mayúsculas iguales no presentan diferencias estadísticamente significativas desde el de mayor valor de supervivencia de

macollos. Aquellos genotipos seguidos por letras minúsculas iguales no presentan diferencias significativas desde el de menor valor de supervivencia de macollos. Valor LSD= 24.916. Los valores indican el porcentaje de mortandad de macollos.

En lo que respecta a la relación entre la supervivencia de macollos y el número de macollos, se encontró una regresión negativa entre ambas variables, con un valor de $P < 0,001$. En la Figura 2, se representan el gráfico de esta regresión.

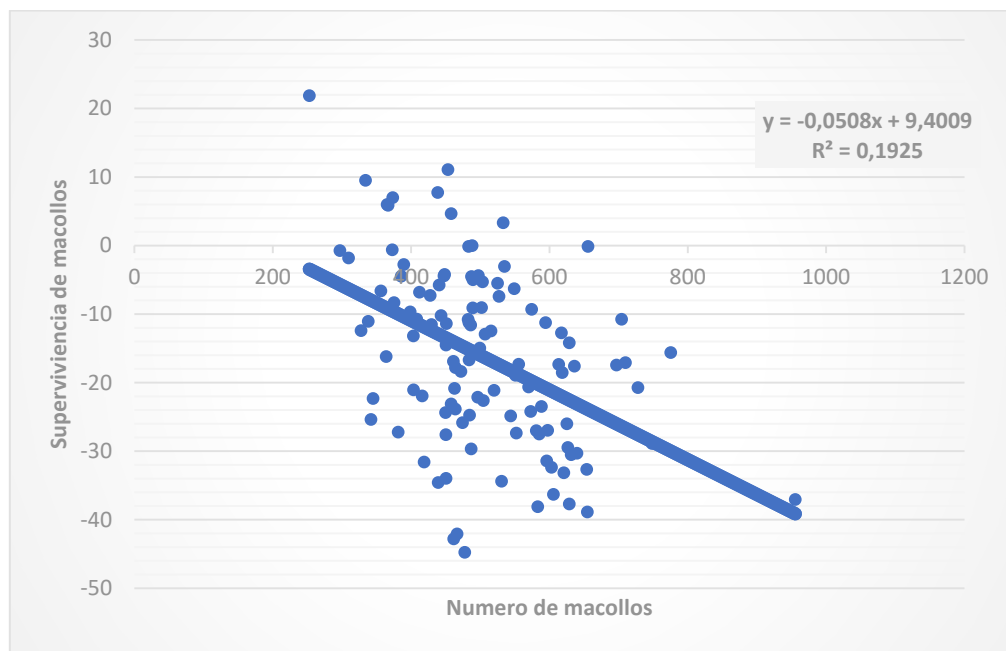


Figura 2. Gráfico de regresión entre la supervivencia de macollos como variable dependiente y el número de macollos como variable independiente en una colección de 116 genotipos de trigo.

Se realizó un análisis de las enfermedades presentes en los tratamientos sin fungicida en donde se observó un predominio de mancha amarilla. Sin embargo, en los genotipos 9, 15, 40, 55, 101, 117, 156, 175 y DM Algarrobo predominó la roya amarilla. En lo que respecta a la roya de la hoja, se observó una baja incidencia tanto en los tratamientos con como sin fungicida. Comparando con los tratamientos con fungicida, en los genotipos mencionados, se observó una menor incidencia notoria de las diferentes royas. En lo que respecta a la mancha amarilla, se observó un menor control por parte del fungicida empleado, teniendo incidencia en ambos tratamientos, con una tendencia mayor en los tratamientos sin fungicidas. En las mediciones de número de macollos, se registraron una mayor cantidad en los genotipos pertenecientes a los tratamientos con fungicidas, sin presentar una tendencia marcada de acuerdo a los patógenos predominantes, demostrando la interacción de diversos factores en la emisión de número de macollos. A su vez, la supervivencia de los macollos no presentó una tendencia mayor en los tratamientos con fungicida,

predominando el efecto del genotipo. En lo que respecta a los genotipos en donde predominó la roya amarilla, si hubo mayor supervivencia en los tratamientos con fungicida que en los sin fungicida.

7. Discusión

Las enfermedades foliares se incrementan campaña tras campaña y requieren de un estudio más específico en cuanto a comportamiento sanitario de variedades (Lanzillota *et al.*, 2020). En general, los cambios en el comportamiento de cultivares frente a las manchas foliares son paulatinos y permiten su caracterización gradual hacia mayor susceptibilidad de un año a otro (Pereyra & Germán, 2012). La severidad de una enfermedad foliar va a variar en función de la susceptibilidad del genotipo a dicha enfermedad. En este ensayo predominó mancha amarilla (*Pyrenophora tritici repentis* Died Shoem), aunque también hubo roya amarilla (*P. striiformis* Westend f.sp.tritici) y en menor proporción roya de la hoja (*P. triticina* Eriks) según genotipos.

En función de los resultados obtenidos en los ensayos, se comprueba la existencia de variabilidad genotípica para la severidad de enfermedades foliares, ya que se observaron diferencias significativas entre los distintos genotipos para la severidad en los tres estadios (Tabla 2, 3 y 5). Dicha variabilidad genotípica es muy amplia, pudiendo observar amplios rangos de valores de severidad registrados en EC 31, EC 60 y EC 80. Los resultados obtenidos coinciden con otros estudios, entre ellos los de Schutt de Varini *et al.* (2013) que analizando una colección de variedades de trigo obtuvieron que los cultivares mostraron comportamientos diferenciales a mancha amarilla. Varios de los genotipos superaron en valores de resistencia a los cultivares comerciales en EC 60 y EC 80, convirtiéndolos en apropiados para ser utilizados en programas de mejoramiento para resistencia a enfermedades foliares. En los tratamientos sin fungicidas, se pudo apreciar una mayor incidencia y severidad de mancha amarilla en la mayoría de los genotipos. Sin embargo, en los genotipos 9, 15, 40, 55, 101, 117, 156, 175 y DM Algarrobo, hubo un predominio de roya amarilla, demostrando con ello la existencia de variabilidad genotípica al comportamiento de las enfermedades foliares. En función a los datos obtenidos en la campaña 2019 en ensayos comparativos de rendimiento pertenecientes a la RET INASE (Red Nacional de Ensayos de Trigo pan), se determinó que la severidad de las enfermedades foliares varió entre un 5 a 60 % dependiendo de las variedades y su avance fue progresivo hacia madurez del cultivo afectando hojas, tallos y espigas (Lanzillota *et al.*, 2020). La

susceptibilidad de DM Algarrobo a roya amarilla, tal como se encontró en este trabajo, ha sido ampliamente mencionada (Mousegne, 2015, CREA, 2019).

El tratamiento con fungicida presentó diferencias significativas para los valores de severidad únicamente en el estadio EC 31, aunque hubo una tendencia en EC 80 en donde los valores de significancia fueron bajos y también en el ABCPE. La respuesta al control químico es función, entre otros factores, del comportamiento sanitario del cultivar. Normalmente, los materiales categorizados como resistentes o moderadamente resistentes a una determinada enfermedad no requieren aplicación de fungicidas para esa enfermedad en particular y no presentarán respuesta en rendimiento a la aplicación. Por otra parte, en cultivares altamente susceptibles, la mayor respuesta se obtiene mediante la aplicación de fungicidas con mayor eficiencia de control y residualidad (Pereyra & Germán, 2012). Se observó un mayor control de la roya amarilla por parte del fungicida. Los genotipos que presentaron roya amarilla en los tratamientos sin fungicida no lo hicieron en los tratamientos con fungicida, demostrando el mejor control que tuvo la aplicación con esta enfermedad. En lo que respecta a la mancha amarilla, si bien hubo una menor incidencia y severidad en los tratamientos con fungicida, ésta no fue tan significativa como la roya, determinando así que el fungicida tuvo un menor control en esta enfermedad. Es conocida la resistencia que han generado las estrobilurinas y algunos triazoles a manchas y también de los triazoles a roya anaranjada (Mueller & Bradley, 2008). En el caso de la roya amarilla, que es una enfermedad que se ha expandido en el área triguera más recientemente, los fungicidas ejercen un buen control. En este trabajo se aplicó una mezcla que contiene triazoles y carboxamidas, estas últimas que son de más reciente uso en trigo, ejercen en general un buen control de enfermedades foliares.

Si bien el tratamiento con fungicida no fue una fuente de variación para la severidad registrada en los estadios EC 60 y EC 80, si lo fue la interacción del tratamiento \times genotipo (Tablas 4 y 6) en ambos estadios. Esto se puede asociar con lo mencionado anteriormente, en donde se establece que también intervienen otros factores como la susceptibilidad del genotipo a dicha enfermedad y que patógenos se encuentran presentes. Se pudo observar una diferencia entre los tratamientos con fungicida y sin fungicida en lo que respecta a la incidencia de las enfermedades. Se registró una mayor incidencia de royas en los tratamientos sin fungicida. Esto demuestra el mejor control que tuvo el fungicida frente a estas enfermedades. En lo que respecta a la mancha amarilla, el efecto del fungicida fue menor y tuvo presencia en los tratamientos con y sin fungicida, presentado diferencia de incidencia y severidad entre los genotipos.

Existen cultivares con diferente capacidad potencial de macollar (Miralles *et al.*, 2014). Esto se ve reflejado en los resultados obtenidos, en donde la única fuente de variación para el número de macollos fue el genotipo, ya que tanto en las mediciones en EC 30 y EC 80 como en las mediciones de supervivencia se registraron diferencias significativas. Existieron genotipos cuyo número final de macollos igualó o superó a algunas variedades comerciales, de manera que pueden ser utilizados en programas de mejoramiento teniendo en cuenta esta característica.

En lo que respecta a la incidencia del tratamiento con fungicida en el número de macollos, como se mencionó anteriormente, no presenta diferencia significativa en los distintos genotipos en ningún estadio, aunque en EC 30 los valores de significancia fueron bajos ($P= 0.136$). Si bien en los tratamientos con fungicida un gran número de genotipos presentaron mayor número de macollos, no hubo una tendencia marcada que permita determinar que únicamente el tratamiento con fungicida influyó en el número de macollos, sino que demuestra la interacción de una serie de factores que determinan este aspecto.

Se puede concluir que las enfermedades incidieron en mayor medida en el macollaje potencial, no así en la supervivencia. Esto puede ser debido a que los valores de macollaje fueron bastante bajos. Cabe aclarar que, durante agosto y septiembre, las precipitaciones registradas fueron inferiores a la media normal de dichos meses, lo que generó un impacto negativo en el número de macollos. Asimismo, debido a excesos hídricos en julio, la siembra se retrasó a agosto, lo que impactó en el macollaje potencial. Si se analizan los datos obtenidos se puede observar que los genotipos que perdieron menos macollos, son los que emitieron menos a lo largo de su ciclo, con lo que hubo una menor competencia, favoreciendo la supervivencia. La regresión realizada entre la cantidad de macollos y la supervivencia (Figura 2) da negativa y significativa, es decir que a más macollos menos supervivencia. Cabe aclarar que los valores positivos registrados en las mediciones de supervivencia de macollos se deben a errores en las mediciones, ya que son valores imposibles de conseguir agrónomicamente.

Esto se sustenta con lo observado por Salvagiotti *et al.* (2007) el cual determinó que a mayor número de macollos aparecidos menor es el porcentaje de supervivencia de los mismos, provocando una relación negativa entre la tasa de aparición y la tasa de mortalidad de macollos.

8. Conclusiones

La contrastación de hipótesis permite determinar que:

- Hipótesis 1: Existe variabilidad genotípica para severidad de enfermedades foliares en un amplio set de genotipos de trigo.

La hipótesis no se rechaza ya que en todas las mediciones se presentó variabilidad genotípica en los datos de severidad registrados, registrándose genotipos con mayor resistencia que las variedades comerciales a enfermedades foliares.

- Existe variabilidad genotípica para el número de macollos generados y la supervivencia de los mismos en un amplio set de genotipos de trigo.

La hipótesis no se rechaza ya que se registró un número de macollos muy variable en función del genotipo y existieron genotipos que igualaron o superaron a algunas variedades comerciales

- La aplicación de fungicidas disminuye la severidad de las enfermedades foliares incrementando la generación y supervivencia de los macollos que determinan el número de espigas.m⁻² del cultivo.

La hipótesis se rechaza parcialmente, ya que si bien los fungicidas tendieron a reducir las enfermedades foliares, no se demostró una diferencia significativa en la supervivencia de macollos entre las parcelas con fungicida y sin fungicida, aunque en algunos genotipos se evidenciaron diferencias.

9. Bibliografía

Arregui, A., Puricelli E. (2018). Mecanismo de acción de plaguicidas.4° ed. Rosario. 264

Bolsa de Cereales 2020. <http://www.bolsadecereales.com/ver-cierre-de-campana-105>.
Última visita: octubre 2020

Burs, G., Dubor T. (2016). Aplicación de fungicidas y fertilización nitrogenada en trigo: Efectos sobre la generación de biomasa y rendimiento ante infecciones de *Drechslera*

tritici-repentis. Tesis para obtener el grado académico de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP.

CREA Sur de Santa Fe 2019. Resultados Red de Variedades de Trigo 2017-2019. 11 p. <https://www.crea.org.ar/wp-content/uploads/2018/04/Informe-trigo-2017-2018.pdf>.
Última visita: octubre 2020

Cubillos, A. G. (2003). La utilización de los recursos genéticos por la genotecnia. En: Estrategias y Metodologías utilizadas en el Mejoramiento de Trigo. Kohli, M. M.; Díaz, M.; Castro, M., Seminario Internacional, La Estanzuela, Uruguay. CIMMYT-INIA.205-220.

Divito, G. A., García, F. (2017). Manual del cultivo de trigo, 1a ed. compendiada. Acassuso: International Plant Nutrition Institute, 7-26.

Evans, L.T., Wardlaw, I.F., Fischer, R.A. (1978). Wheat. Ed Evans, L.T. En "Crop Physiology". Cambridge University Press, GB, 101-149.

FAOSTAT 2017 a partir de <http://www.fao.org/faostat/es/>. Última visita: octubre 2020

Gardner, F.P., Pearce, R.B., Mitchel, R.L. (1985). Physiology of crop plants. Iowa State University Press. USA. 327.

Ivancovich, A., Botta, G., Ploper, D.A., Laguna, I., Annone, J.G. (1998). IV Curso de diagnóstico y manejo de enfermedades de soja. Pergamino, Buenos Aires, Argentina. EEA INTA Pergamino. 54.

Lanzillota, J., Couretot, L., Samoiloff, A., Russian, H., Labbate, M. (2020). Panorama sanitario de cultivares de trigo pan (RET INASE) en la zona norte de la provincia de Bs As. Campaña 2019. 6.

Miralles, D.J., González F.G., Abeledo L.G., Serrago R.A., Alzueta I., García G.A., de San Caledonio R.P., Lo Valvo P. (2014). Manual de trigo y cebada para el Cono Sur: procesos fisiológicos y bases de manejo. - 1a ed. - Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora. 15-19.

Miralles, D.J., Slafer, G.A. (1997). Radiation interception and radiation use efficiency of near-isogenic wheat lines with different height, Euphytica 97. 201-208.

Mousegne, F. 2015. Comportamiento variedades de trigo. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. AER San Antonio de Areco. 8 p. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_san_antonio_de_areco_trigo_2019_2020.pdf.
Última visita: octubre 2020

Mueller, D.S., Bradley, C.A. 2008. Field crop fungicides for the north central United States. North Central Integrated Pest Management Center.

Pereyra, S., German, S. (2012). Manejo de enfermedades en trigo y cebada en un contexto de márgenes reducidos. In Jornada Cultivos de Invierno (2012, Mercedes, Soriano, UY). La Estanzuela, INIA. Serie Actividades de Difusión no. 677. 21.

Salvagiotti, F., Miralles, D.J., 2007. Wheat development as affected by nitrogen and sulfur nutrition. Australian Journal of Agricultural Research. 58, 39-45.

Schierenbeck, M., Fleitas, M.C., Simón, M.R. (2014). Componentes ecofisiológicos involucrados en la generación de biomasa afectados por enfermedades foliares en trigo. Revista Agronómica del Noroeste Argentino. 34, 247-250.

Schutt de Varini, S., Formento, Á., Velázquez, P., Velázquez, J. (2013). Comportamiento de cultivares de Trigo a Mancha Amarilla (*Drechslera tritici repentis*) en lotes con diferentes antecesores. INTA-EEA Paraná. 1-6.

Serrago, R.A., Carretero, R., Bancal, M.O., Miralles, D.J. (2009). Foliar diseases affect the ecophysiological attributes linked with yield and biomass in wheat (*Triticum aestivum* L.). European Journal of Agronomy 31, 195-203.

Waggoner P.E., Berger R. (1987). Defoliation, Disease and Growth. Phytopathology 77, 393-398.

Zadoks, J.C., Chang, T.T., Konzak, C.F.A. (1974) A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research 14, 415–421.